

## Beschreibung

### Gerät und Anordnung zur Erzeugung von Einzeltropfen aus Flüssigkeiten unterschiedlicher Viskosität in gasförmigen und/oder flüssigen Medien

Die Erfindung bezieht sich auf ein Gerät mit dessen Hilfe Tropfen aus Flüssigkeiten unterschiedlicher Viskosität sowohl in gasförmigen als auch flüssigen Medien erzeugt werden können. Kernstück dieser Anordnung ist eine Düse ohne bewegte Teile, die modular aufgebaut ist. Die Flüssigkeit wird im Inneren der Düse über eine Kapillare geführt. In gasförmiger Umgebung wird der Tropfenabriss durch einen konzentrisch zu der zentralen Kapillare im Inneren der Düse geführten Luftstrom erreicht. In gasförmigen Medien werden die Tropfen durch Druckluftstöße, die eine Unterbrechung des Flüssigkeitsstromes in der Kapillaren selbst zur Folge haben ausgestoßen.

In der technologischen Praxis ist es häufig erforderlich, Einzeltropfen aus verschiedenen Flüssigkeiten zu erzeugen. Die einfachste und verbreitetste Methode dies zu erreichen ist das Versprühen mittels geeigneter Düsen. Solche Düsen werden in einer sehr großen konstruktiven Vielfalt kommerziell angeboten. Die Palette reicht vom einfachen Brausenkopf oder Rasensprenger bis hin zu den Hightech Entwicklungen aus den Bereichen Maschinenbau oder Farben und Lacke. Alle diese Systeme sind so konstruiert, dass sie einen Sprühnebel oder zumindest einen Sprühstrahl erzeugen, der aus unzähligen Tropfen besteht, die jedoch einzeln weder beeinflussbar noch näher definierbar sind.

Will man jedoch genau definierte Tropfen erzeugen, um auf diese Weise durch chemisches oder physikalisches Aushärten sphärische Partikel zu erhalten, sind die o.g. Systeme aufgrund ihrer Ungenauigkeit im Hinblick auf die generierten Einzeltropfen unbrauchbar. Für solche Zwecke werden Anordnungen eingesetzt, die in der Lage sind, präzise Flüssigkeitsstrahlen zu erzeugen, die nachträglich in Einzeltropfen definierter Größen aufgelöst werden.

Bei all diesen Systemen werden die Flüssigkeitsstrahlen durch Pressen der flüssigen Ausgangsstoffe durch Kapillaröffnungen erzeugt. Unterschiede tauchen lediglich bei den Verfahren auf, durch die diese Strahlen in Einzeltropfen zerlegt werden.

Die Methoden hierfür können in zwei große Gruppen unterteilt werden:

1. Verfahren bei denen der Flüssigkeitsstrahl außer seiner axialen auch noch andere Bewegungen wie Rotation oder Schwingung erfährt und

2. Verfahren bei denen der Flüssigkeitsstrahl außer seiner axialen Fließbewegung keine zusätzliche Bewegung erfährt.

Bei der ersten Kategorie wird der Strahl durch Zentrifugalkräfte bzw. durch Resonanzschwingungen aufgelöst, bei der zweiten durch die axiale Einwirkung zusätzlicher in der Regel gasförmiger Medien. Die vorliegende Erfindung reiht sich die zweite Gruppe ein.

In der Fachliteratur findet man an vielen Stellen Systeme, die der Erzeugung von Eintropfen aus Flüssigkeiten dienen. Nachfolgend seien nur einige stellvertretend erwähnt.

So beschreiben beispielsweise F. Lim und A. Sun in der Zeitschrift „Science“ Band 210, Seiten 908-910, Jahrgang 1980 eine Methode, die Kapillaren verwendet, bei denen der Tropfen über einen Luftstrom abgerissen wird. Man erhält so Kapselgrößen zwischen ca. 200 µm und ca. 2 mm mit einer sehr engen Größenverteilung. In dieser Veröffentlichung geht es jedoch in erster Linie um eine Methode zur Verkapselung von Zellen, eine komplette Laborapparatur zur Tropfenerzeugung ist darin nicht enthalten.

Ein anderes Verfahren zur Tropfenerzeugung ist jenes, das in der Patentanmeldung DE 3836894 beschrieben wird. Hier werden mehrere Kapillaren in Schwingung versetzt, was zu einem Zerteilen der Flüssigkeitsstrahlen in Eintropfen führt. Die erhaltene Kapseln haben auch hier Durchmesser zwischen ca. 200 µm und ca. 2 mm, wobei die Produktivität deutlich höher als bei den o.g. Düsen ist, jedoch bei einer viel breiteren Größenverteilung. Auch erfordert das System bei jeder neuen Anwendung eine Neujustierung.

Alle diese Systeme bedienen sich immer einer Vorrichtung zur Tropfenerzeugung, die oft auch bewegte Teile enthält. Dadurch wird die Flexibilität stark eingeschränkt oder der Aufwand für Wartung und Handhabung steigt. Auch funktionieren sie nur in gasförmigen Medien, da immer eine Fallstrecke für die Tropfen erforderlich ist. Sie können demnach nicht direkt in Flüssigkeiten eingesetzt werden.

Eine andere Kategorie sind die sogenannten Y-Düsen. Sie funktionieren nach dem Prinzip, dass eine in einer Kapillare erzeugte Flüssigkeitssäule durch einen gepulsten Luftstrom im Inneren der Kapillare unterbrochen wird. Dadurch wird der Tropfen ausgestoßen.

Eine solche Anordnung ist beispielsweise in der Anmeldung PCT/EP99/01673 (WO 99/47906) beschrieben. Die Vorrichtung bedient sich eines Y-förmigen Röhrenaufbaus.

Durch den einen Y-Ast wird die Flüssigkeit gepresst. Die Flüssigkeitssäule im Inneren der Röhre wird von einem Luftstrom unterbrochen, der über den 2- Y-Ast geführt wird. Der Aufbau ist gemäß der Erfindung für ein Funktionieren in gasförmigen Medien konzipiert.

Ein ähnliches Funktionsprinzip liegt auch der japanischen Anmeldung Nr. 08252913 zu Grunde. Allerdings wird hier der eine Y-Ast durch eine vibrierende Platte verschlossen und über den zweiten die Flüssigkeit zugeführt. Auf diese Weise kommt die Anordnung ohne zusätzliche Luft aus. Der Tropfen wird über den Druck ausgestoßen, der über die vibrierende Platte erzeugt im wird. Auch diese Vorrichtung ist für den Einsatz in gasförmigen Medien konzipiert.

Ausgehend von dieser Sachlage liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Gerät zu beschreiben, das mit einer Düse funktioniert, die beide o.g. Funktionsprinzipien miteinander vereint. Und zwar, ein Tropfenabriss der sowohl durch einen konzentrischen Luftstrom im Inneren der Düse herbeigeführt wird als auch durch eine Unterbrechung des Flüssigkeitsstromes in der flüssigkeitsführenden Kapillaren selbst. Darüber hinaus ist die Düse so konzipiert, dass sie sowohl in gasförmigen als auch in flüssigen Medien eingesetzt werden kann.

Erfindungsgemäß gliedert sich das Gerät oder die Anordnung in zwei Abschnitte, der Düse, und der Peripherie mit zusätzlichen Steuerungskomponenten, die der Medienversorgung und Ansteuerung der Düse dient.

Die Düse ist wie in Fig. 1 dargestellt aufgebaut. Diese Düse kann auch direkt in der Flüssigkeit eingesetzt werden, also ohne jede Fallstrecke für die Tropfen. Dies bietet vor allem dort Vorteile, wo besondere Anforderungen in Bezug auf Sterilität bestehen. Teil A ist so ausgestaltet, dass es durch die Bohrung in seinen Inneren und der Verjüngung im vorderen Teil eine Kapillare bildet. In diese Kapillare wird die Flüssigkeit über den Schlauchanschluss 1 gepresst. Senkrecht zu dieser Bohrung, befindet sich ein zweiter Kanal, der mit einem Schlauchanschluss 2 versehen ist und der Druckluftzufuhr dient. Presst man nun über Schlauchanschluss 1 eine Flüssigkeit durch Teil A, so können durch Druckluftpulse, die über den Schlauchanschluss 2 in den Kanal gelangen, im Flüssigkeitsstrom Unterbrechungen erzeugt werden, die die Flüssigkeitstropfen ausstoßen. Zusätzlich dazu kann über Teil C konzentrisch zur flüssigkeitsführenden Kapillaren (Teil A) Luft in das Innere von Teil B eingeblasen werden. Dadurch kommt es auch ohne die über Schlauchanschluss 2 zugeführten Luftpulse zum Tropfenabriss. Der Durchmesser der

erhaltene Tropfen steht im umgekehrten Verhältnis zu dem über Teil C zugeführten Luftstrom.

Dadurch ergeben sich für die Düse je nach Verwendung zwei unterschiedliche Funktionsweisen:

1. In gasförmigem Medium arbeitet die Düse so, dass der Tropfenabriss durch einen konzentrischen Luftstrom erzielt wird, der über Teil C in das Innere von Teil B geblasen wird. Schlauchanschluss 2 wird vorher entweder durch eine entsprechende Ventilstellung oder mechanisch durch ein Dichtungselement verschlossen.
2. In flüssigem Medium kann Teil B zusammen mit Teil C abgeschraubt werden und die Austrittsöffnung von Teil A vollständig in eine Flüssigkeit getaucht werden, beispielsweise in ein Fällreagenz für die entstehenden Tropfen. Durch die Unterbrechungen im Flüssigkeitsstrahl, die durch die über Anschluss 2 applizierten Luftpulse hervorgerufen werden, werden die Tropfen in das Fällreagenz geschossen.

Fig. 2a zeigt die erfindungsgemäße Anordnung mit der Düse aus Fig. 1 für den Einsatz in gasförmigen Medien. Durch eine geeignete Ansteuerung des Ventils PV wird der Anschluss 2 an der Düse verschlossen. Alternativ kann der Schlauchanschluss 2 auch mit einem geeigneten Dichtungselement verschlossen werden.

In dieser Konfiguration funktioniert die Düse wie folgt: Über ein Regel- und Steuergerät, das ein Druckregelventil DR, ein Manometer und eine Absperrventil BV enthält, wird ein Vorratsbehälter mit Druck beaufschlagt. Dieser Behälter enthält das zu vertropfende flüssige Material. Durch die Druckeinwirkung wird die Flüssigkeit durch die Kapillare der Düse gepresst. Der Luftstrom, der den Tropfenabriss an der Kapillare steuert, wird mit dem Regelventil RV eingestellt und mit einem Messrohr gemessen. Im Inneren des Messrohres wird durch eine Querschnittsverengung ein Druckunterschied erzeugt, der Abhängig vom Luftfluss ist, der das Rohr durchströmt. Dieser Druckunterschied wird von einem Differenzdruckmessgerät erfasst, das an die beiden Messstutzen des Rohres angeschlossen ist. Je höher der Luftstrom, desto kleiner sind die erhaltenen Tropfen. Bei dieser Einstellung kann auch auf den Frequenzgenerator und das Ventil PV (Verschluss der 2. Düsenöffnung mit einem Dichtelement) verzichtet werden.

Diese Teile sind jedoch unentbehrlich, bei dem Einsatz der Düse in flüssigen Medien, wie in Fig. 2b dargestellt. Hier wird die Düsenaustrittsöffnung vollständig in das im Behälter 1 befindliche Fällreagenz für die zu vertropfende Flüssigkeit eingetaucht. Die über das Regel-

und Steuergerät 2 geregelte und über das Ventil PV und den Frequenzgenerator gepulste Luft unterbricht dabei im Inneren der Düse den Flüssigkeitsstrom und schließt die Tropfen in das Fällreagenz. Der Vorschub der zu vertropfenden Flüssigkeit durch die Düse wird wie bei Fig. 2a beschrieben über das Regel- und Steuergerät 1 eingestellt.

### Patentansprüche

1. Gerät zur Erzeugung von Einzeltropfen aus Flüssigkeiten unterschiedlicher Viskosität mit einer Düse dadurch gekennzeichnet, dass das zu vertropfende Material aus mindestens einem Behälter mittels Druckluft durch mindestens eine Kapillare im inneren einer Düse gepresst wird und der Tropfenabriss bzw. Ausstoß sowohl über einen Luftstrom erfolgt kann, der in der Düse konzentrisch zur Kapillaren geleitet wird als auch durch Druckluftstöße, die eine Unterbrechung des Flüssigkeitsstromes in der flüssigkeitsführenden Kapillaren selbst zur Folge haben.
2. Gerät nach Anspruch 1, die nach einem Verfahren nach Anspruch 1 arbeitet, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine oder mehrere der folgenden Hauptkomponenten aufweist:
  - Düse
  - Vorratsbehälter für das zu vertropfende Material
  - Regel und Steuergerät für das zu Beaufschlagen des Vorratsbehälters mit Druckluft
  - Regel und Steuerelemente zur Regulierung des konzentrischen Luftstroms der in der Düse den Tropfenabriss bewirkt.
  - Steuergerät und Steuerventil für die Druckluftstöße, die im Inneren der Kapillaren die Unterbrechungen im der Flüssigkeitssäule erzeugen.
3. Gerät nach Anspruch 1 bis 2 dadurch gekennzeichnet, dass dieses gemäß Fig. 2a arbeitet und/oder seine Komponenten gemäß Fig. 2a angeordnet und/oder miteinander verbunden sind.
4. Gerät nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, dass dieses gemäß Fig. 2b arbeitet und/oder seine Komponenten gemäß Fig. 2b angeordnet und/oder miteinander verbunden sind.

- 5 Gerät nach Anspruch 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass damit Flüssigkeitstropfen in gasförmigem Medium mittels einer Düse erzeugt werden können
- 6 Gerät nach Anspruch 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, dass damit Flüssigkeitstropfen in flüssigen Medien mittels einer Düse erzeugt werden können
- 7 Gerät nach Anspruch 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, dass dieses eine Düse enthält, die gemäß Fig. 1 arbeitet und/oder deren Komponenten gemäß Fig. 1 aufgebaut, angeordnet und/oder miteinander verbunden sind.
- 8 Gerät nach Anspruch 1 bis 7 dadurch gekennzeichnet, dass die gebildeten Tropfen chemisch, z.B. durch den Einfluss von Salzen gefällt werden können.
- 9 Gerät nach Anspruch 1 bis 8 dadurch gekennzeichnet, dass die gebildeten Tropfen physikalisch, z.B. durch Temperaturänderung gefällt werden können.
- 10 Gerät nach Anspruch 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, dass die gefällten Tropfen das zu Immobilisierende Material enthalten.

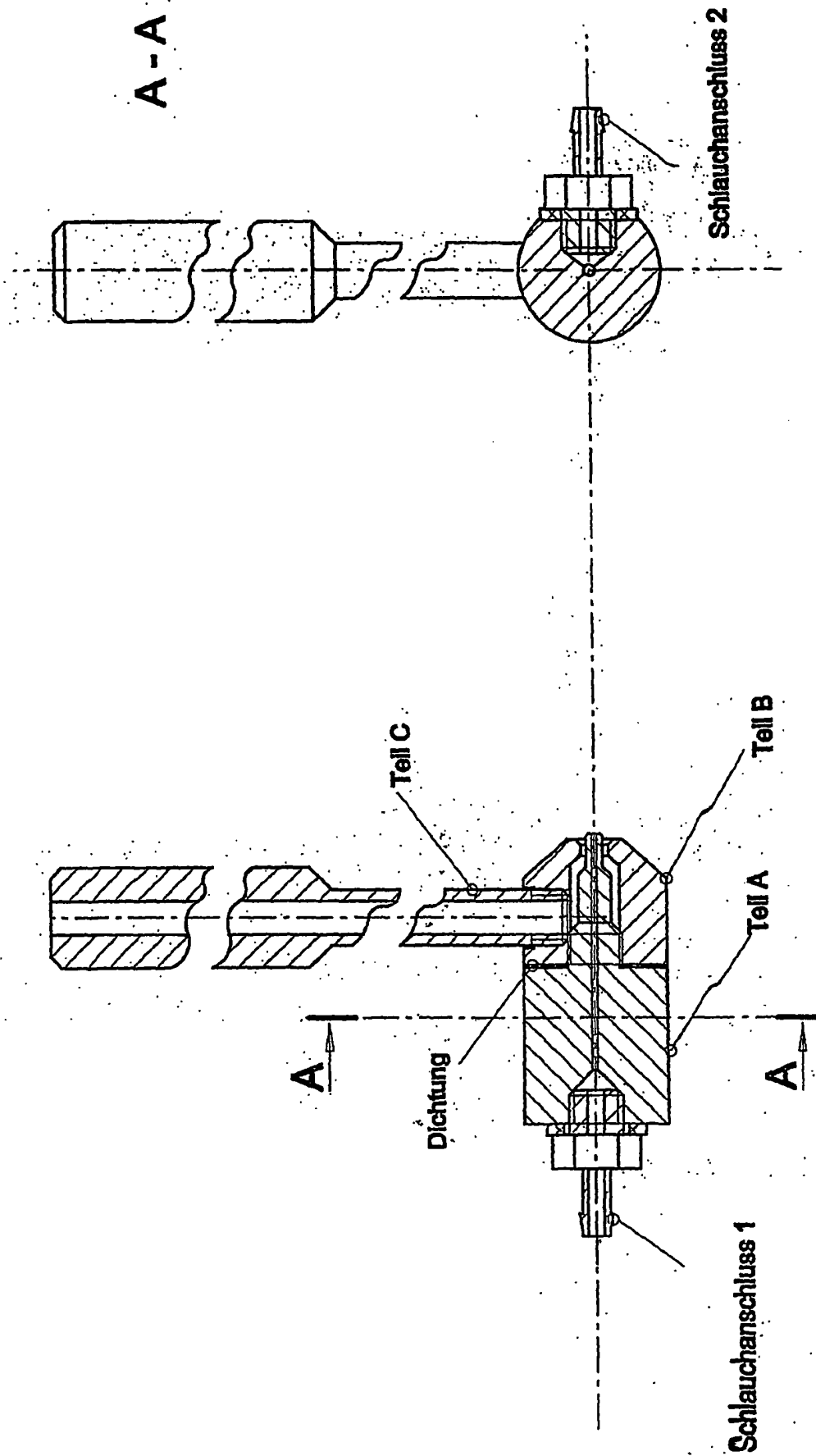


Fig. 1



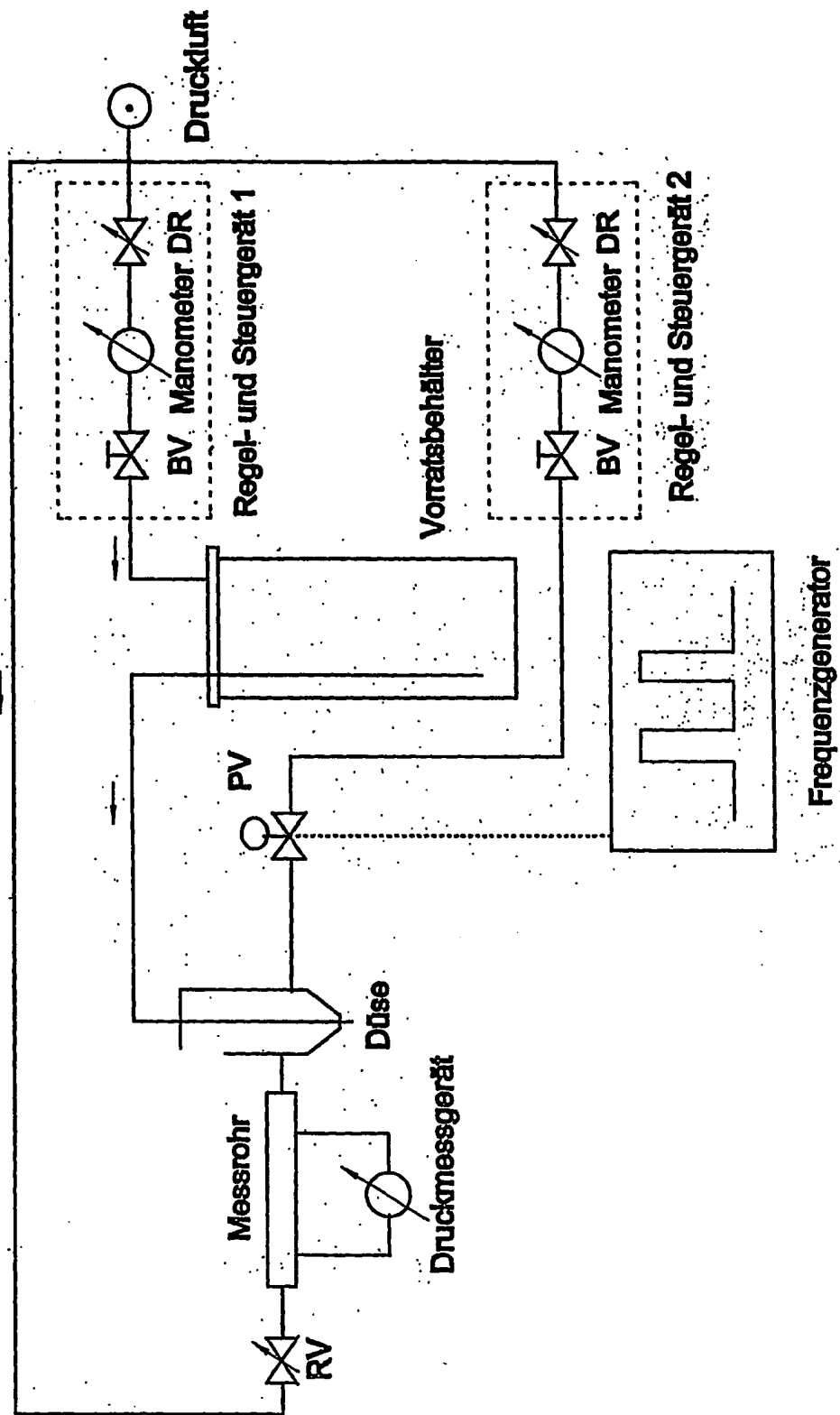


Fig. 2a

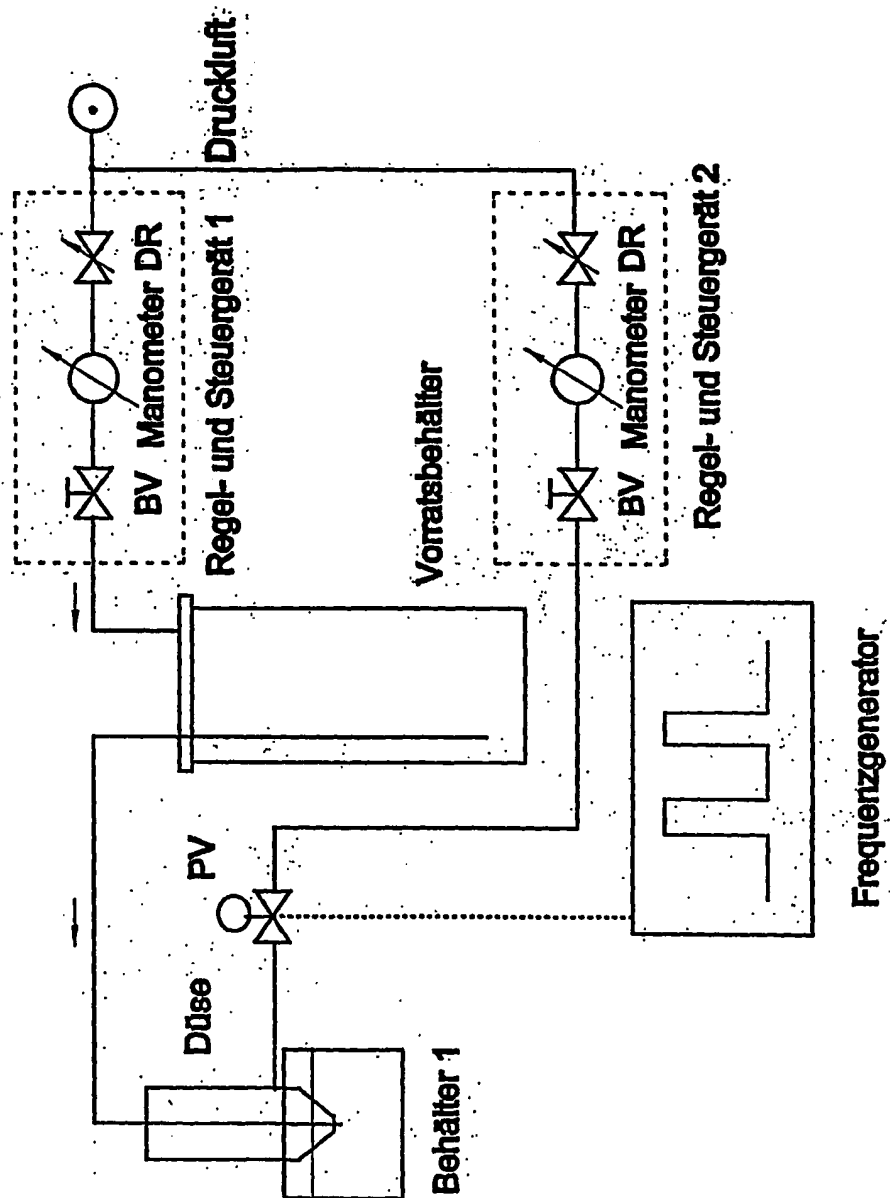


Fig. 2b

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**